



ОТДЕЛ № 03

КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ПАТЕНТАМ
И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ (РОСПАТЕНТ)ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПАТЕНТНОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ (ВНИИГПЭ)121858, Москва, Бережковская наб., 30, корп. 1
Телефон 240-60-15. Телекс 114818 ПДЧ. Факс 243-33-37

(13)

(98) Украина, 310172,
(74) Харьков,
ул. С.Грицевца,
20А, кв.67

Абракитову В.Э

На №

от

(21) Наш № 94032106/03 (031463)

При переписке просим ссылаться на номер заявки
и сообщать дату получения данной корреспонденции

РЕШЕНИЕ О ВЫДАЧЕ

☒ ПАТЕНТА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ☐ СВИДЕТЕЛЬСТВА НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

(21) Заявка № 94032106/03 (031463)

(22) Дата поступления заявки 29.08.94

ПРИОРИТЕТ УСТАНОВЛЕН

☐ (23) по дате поступления дополнительных материалов от " " 19 г.
к более ранней заявке №☐ (61) по дате поступления ранее поданной заявки № от☐ (62) по дате поступления первоначальной заявки № от(31) Номер приоритетной заявки (32) Дата подачи приоритетной заявки (33) Код страны подачи
приоритетной заявки

1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.

(86) Заявка № PCT/

☐ (71) Заявитель(и)☐ (75) Автор(ы) - заявитель(и)☐ (72) Автор(ы)☒ (76) Автор(ы) - заявитель(и) - патентообладатель(и)Абракитов Владимир Эдуардович, UA ;
Карпалюк Игорь Тимофеевич, UA☐ (73) Патентообладатель(и)

(обязательно указать код страны)

(51) МПК⁶ E04B I/82, E04B I/74(54) Название ☒ изобретения ☐ полезной модели

Способ ослабления интенсивности звуковых волн

(см. на обороте)

ОИ

I

032302

(21) 94032106/03

(54) (57)

1. Способ ослабления интенсивности звуковых волн, заключающийся в ослаблении интенсивности при их прохождении через многослойную твердую преграду, отличающийся тем, что продольную звуковую волну преобразуют в неполяризованную поперечную, пропуская ее через первый слой твердого материала, характеризующегося произвольным направлением волокон, затем поляризуют, пропуская ее через второй слой твердого материала – поляризатора, характеризующегося определенным направлением волокон, затем повторно поляризуют, пропуская ее через третий слой твердого материала – анализатора, характеризующегося перпендикулярным направлением волокон по отношению к предыдущему слою.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что осуществляют многократную поляризацию за счет увеличения числа пар поляризатор – анализатор, то есть за счет увеличения слоев твердого материала, различающихся между собой по ориентации волокон, причем общее количество слоев равно:

$$N = 1 + n,$$

где n – число, кратное 2 ; $N \geq 3$.

(56) $\S V$, авторское свидетельство, И125345, кл.Е04В 1/86, 1984;

Л.П.Борисов, Д.Р.Гужас, Звукоизоляция в машиностроении, М., изд-во Машиностроение, 1990г., с.79,87,88.

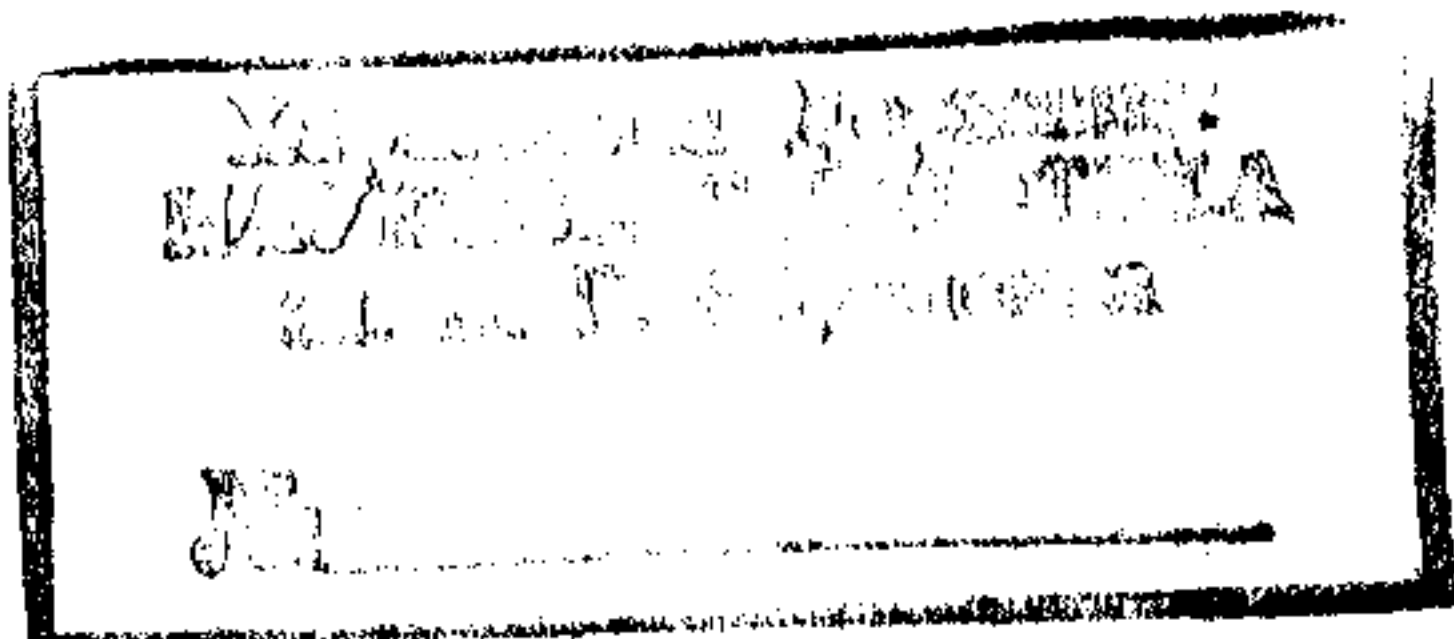
Приложение: приложение к решению о выдаче на 1 листе в 1 экз.

Ст. государственный патентный
эксперт

Рубеж

Л.Д.Скворцова

240-64-14



(19) RU (11) (21) 94032106 (13) A1

(51) 6 E 04 B 1/82

Комитет Российской Федерации
по патентам и товарным знакам

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЗАЯВКЕ

1

(21) 94032106/33 (22) 29.08.94
(43) 27.05.96 Бюл. № 15
(75) Абрамитов В.Э.(UA), Карпалюк
И.Т.(UA)
(54) СПОСОБ ОСЛАБЛЕНИЯ ИНТЕНСИВ-
НОСТИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН
(57) Способ предусматривает преобразование
продольной воздушной звуковой волны в
неполяризованную поперечную при прохож-
дении ее через первый слой твердого

2

материала с произвольным направлением
волокон, затем ее поляризацию при прохож-
дении через второй слой-поляризатор с
определенным направлением волокон, по-
вторную поляризацию при прохождении
через третий слой-анализатор с перпендику-
лярным направлением волокон, при этом
число пар анализатор - поляризатор не
ограничивается, наименьшее число слоев 3.

RU 94032106 A1

RU 94032106 A1

Изобретение относится к области технических средств борьбы с шумом и может быть использовано в конструкции многослойных звукоизолирующих панелей.

Известен способ ослабления интенсивности звуковых волн при их прохождении через твердую преграду за счет тепловых и механических потерь звуковой энергии в ее толще, реализованный, например, в известном устройстве - плите из волокнистого материала с фактурным слоем на лицевой поверхности. Плита с тыльной стороны выполнена с углублением на величину 0,4 - 0,5 ее толщины, причем площадь углубления составляет 0,4 - 0,8 площади плиты (Авторское свидетельство СССР N 1125345, МКИ E 04 B 1/86, Опубл. 1984). Недостатком такого способа является его низкая эффективность (низкая звукоизолирующая способность устройств для его осуществления).

Более эффективным является другой известный способ ослабления интенсивности звуковых волн, являющийся наиболее близким к заявляемому. Способ заключается в ослаблении интенсивности при прохождении звуковых волн через многослойную твердую преграду. Ослабление интенсивности также происходит за счет тепловых и механических потерь звуковой энергии в толще слоев (Борисов Л.П., Гужас Д.Р. Звукоизоляция в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1990. - с. 79, 87, 88). Недостатком способа-прототипа является низкая эффективность (низкая звукоизолирующая способность устройств для его осуществления), обусловленная произвольным выбором материала для слоев и их компоновки, отсутствием обоснования ориентации волокон слоев, необходимого числа слоев и т.д.

Задачей изобретения является повышение эффективности ослабления интенсивности звуковых волн, т.е. повышение звукоизолирующей способности многослойных звукоизолирующих панелей.

Задача достигается тем, что в предлагаемом способе ослабления интенсивности звуковых волн, заключающемся в ослаблении интенсивности при их прохождении через многослойную твердую преграду, согласно изобретения продольную воздушную звуковую волну преобразуют в неполяризованную поперечную, пропуская ее через первый слой твердого материала, характеризующегося произвольным направлением волокон, затем поляризуют, пропуская ее через второй слой твердого материала, являющегося поляризатором и характеризующегося определенным, причем параллельным друг

другу, направлением волокон, затем поляризуют повторно, пропуская ее через третий слой твердого материала, являющегося анализатором и характеризующегося перпендикулярным направлением волокон по отношению к предыдущему слою.

Наличие первого слоя твердого материала с произвольным направлением волокон обеспечивает возникновение в его толще поперечной составляющей звуковой волны, т.е. преобразование воздушной звуковой волны, как известно, являющейся продольной, в поперечную волну, которая затем может быть подвержена поляризации. При этом наличие первого слоя обеспечивает в любом случае только образование неполяризованной поперечной волны и поэтому ориентация волокон его материала может быть произвольной. Наличие первого слоя является абсолютным необходимым условием для поляризации звука, в отличие от поляризации света, где уже первый слой оптически прозрачного материала является поляризатором света, а второй - анализатором.

Однако свет в воздухе проявляет свойства поперечной волны, в то время как звук в воздухе распространяется в виде продольной волны, и лишь попав в твердый материал, преобразуется в поперечную волну. Наличие второго слоя с определенным направлением волокон, причем предполагается, что волокна параллельны, обеспечивает поляризацию звука, т.е. получение поляризованной волны из неполяризованной. Поляризатор (слой материала i на фиг. 1) пропускает только компоненту волны i с определенным направлением колебания вектора смещения S^i , (согласно (Политехнический словарь / Гл. ред. Артаболевский И.И. М.: Сов. энциклопедия, 1977. - с. 380) вектор смещения S звука эквивалентен вектору напряженности E света), выделяя эту компоненту из неполяризованной исходной волны $i-1$ в первом слое (слой $i-1$ на фиг. 1). В зависимости от ориентации волокон материала третьего слоя (слой $i+1$ на (фиг. 1) эта поляризованная компонента либо проходит, либо не проходит через него. При скрещенном положении поляризатора и анализатора (третьего слоя или слоя $i+1$ на фиг. 1), когда они повернуты друг относительно друга на 90° , поперечные волны через них не проходят.

Поставленная задача достигается также тем, что для увеличения эффективности предлагаемого способа осуществляют многократную поляризацию за счет увеличения числа пар поляризатор - анализатор, т.е. за

счет увеличения числа слоев твердого материала, различающихся между собой по ориентации волокон, причем общее количество слоев равно:

$$N=1+n \quad (1)$$

где n - число, кратное 2; $N \geq 3$.

Это положение логически вытекает из вышеуказанного.

Сущность изобретения заключается в применении принципа поляризации поперечных волн применительно к задачам борьбы с шумом. Поляризация света очень широко используется для создания разнообразных оптических устройств, например, таких как просветленные объективы биноклей и фотоаппаратов, жидкокристалльные индикаторы электронных часов и солнцезащитные очки и т.д. В то же время применение поляризации звука в целях звукоизоляции неизвестно. Согласно (Справочник по технической акустике: Пер. с нем./ Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера.- Л.: Судостроений, 1890.- с. 19) "звук в твердых телах отличается от звука в жидкостях и газах тем, что в твердых телах возникают сдвиговые напряжения и деформации....Из основного уравнения теории упругости следует, что каждое волновое движение в твердых телах может быть представлено в виде суммы чистых продольных волн (свободная от вращения составляющая) и чистых поперечных волн (свободная от расширения составляющая)."

При этом продольная составляющая сравнительно просто поглощается толщей материала, основную сложность представляет борьба с поперечной составляющей. Поперечная составляющая переносит большую часть энергии звуковой волны. Изображение поясняется фиг. 1-5 чертежей. При этом показано:

- Фиг. 1. Прохождение звуковой волны через многослойную твердую преграду с поляризацией звука.

- Фиг. 2. Звуковая волна с вертикальной поляризацией падает на экран из параллельных проволочек или волокон, экран с вертикальными проволочками отражает волну.

- Фиг. 3. Звуковая волна с вертикальной поляризацией падает на экран из параллельных проволочек или волокон, экран с горизонтальными проволочками не отражает волну и она проходит через экран без ослабления.

- Фиг. 4. Вид в поперечном сечении пучка звуковых лучей (пучок входит в плоскость чертежа), вектор вертикальное поляризации

пучка составляет угол α с осью поляризатора из прямолинейных проволочек или волокон, излучающих колебания ΔS_{1+1}

- Фиг. 5. Результирующий вектор S_{1+2} за проволочками (волокон).

Изобретение может быть реализовано в многослойной звукоизолирующей панели. Каждый слой i характеризуется своей скоростью распространения поперечных волн, которая, согласно (Справочник по технической акустике: Пер. с нем./ Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера,- Л.: Судостроение, 1980.- с. 20) определяется как:

$$C_i = \sqrt{G_i / \rho_i}, \text{ м/с} \quad (2)$$

где: ρ_i - плотность, кг/м³ i -го слоя, G_i - модуль сдвига, Па, i -го слоя.

Распространяющаяся в воздухе звуковая волна является продольной. Входя в первый слой (слой $i-1$ на фиг. 1) твердого материала, она преобразуется в поперечную неполяризованную волну, характеризующуюся отсутствием преобладающего направле-

ния вектора смещения S_{i-1} . По достижении неполяризованной волной $i-1$ границы раздела сред $(i-1); i$ она частично отражается назад - компонента $(i-1)^1$, которая частично линейно-поляризована преимущественно перпендикулярно плоскости падения, и частично преломляется - компонента i , которая частично линейно-поляризована в плоскости падения, т.е. характеризуется наличием преобладающего направления вектора смеще-

ния S_i , благодаря наличию в указанном втором слое i слое i на фиг. 1) определенного направления волокон. Если при этом угол падения исходной волны $i-1$ на границу раздела сред $i-1, i$ равен поляризационному углу (углу Брюстера) отраженная компонента $(i-1)^1$ полностью поляризована и перпендикулярна к преломленной компоненте волны i . В этом случае можно записать закон Брюстера, который с учетом (2) для звуковых волн будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{i-1, i} &= C_{i-1} / C_i = \sqrt{G_{i-1} / \rho_{i-1}} / \\ &/ \sqrt{G_i / \rho_i} = \sqrt{G_{i-1} \cdot \rho_i / (G_i \cdot \rho_{i-1})} \end{aligned} \quad (3)$$

Поляризованная компонента волны i достигает границы раздела сред $i, i+1$, при этом она частично отражается назад - компонента i^1 , которая частично линейно-поляризована преимущественно перпендикулярно плоскости падения, частично преломляется - компонента $i+1$, которая

частично поляризована в плоскости падения, т.е. характеризуется наличием преобладающего направления вектора смещения \vec{S}_{i+1} благодаря наличию в указанном третьем слое (слое $i+1$ на фиг. 1) определенного направления волокон. При этом также можно записать закон Брюстера:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{i+1,1} &= C_1 / C_{i+1} = \sqrt{G_{i+1} / \rho_1} / \\ & \sqrt{G_{i+1} / \rho_{i+1}} = \sqrt{G_1 \cdot \rho_{i+1} / G_{i+1} \cdot \rho_1} \end{aligned} \quad (3A)$$

Однако, поскольку направления волокон в слоях i и $i+1$ взаимно перпендикулярны, плоскости поляризации, т.е. преимущественные направления векторов смещения \vec{S}_i \vec{S}_{i+1} в компонентах i и $i+1$ различны. Через границу раздела сред $i, i+1$ может быть пропущена только компонента $i+1$ с вышеуказанным направлением вектора смещения \vec{S}_{i+1} , т.е. совершенно незначительная часть компоненты волны i , а вся остальная энергия звуковой волны отражается от третьего слоя (слоя $i+1$ на фиг. 1) в виде компоненты волны i .

Строгое научное объяснение принципа действия повторного поляризатора, иначе называемого анализатором, дано в (Орир Дж. Физика: Пер. с англ. - М.: Мир, 1981. - с. 405-406. - т. 2). Применительно к звуковым, а не к световым волнам оно может быть изложено следующим образом. Пучок неполяризованных звуковых волн можно поляризовать, если пропустить его через поляризатор. Экран, изготовленный из тонких параллельных проволочек или волокон, является прекрасным поляризатором поперечных звуковых волн. На фиг. 1 слой i является таким поляризатором. Далее звуковая волна, характеризующаяся вектором колебаний \vec{S}_i , поступает на повторный поляризатор (анализатор) - слой $i+1$. Если например, звуковая волна i поляризована вертикально и волокна (проволочки) слоя $i+1$ на фиг. 2 также расположены вертикально, т.е. имеет место совпадение направлений вектора смещения \vec{S}_i и оси поляризатора, в каждом из волокон возникает звуковая волна, характеризующаяся вектором колебаний $\Delta \vec{S}_{i+1} = -\vec{S}_i$, поэтому за повторным поляризатором (анализатором) - слоем $i+1$ результирующее поле:

$$\vec{S}_{i+1} = \vec{S}_i + \Delta \vec{S}_{i+1} = 0 \quad (4)$$

Следовательно, при такой ориентации анализатор ведет себя аналогично идеальному отражателю, который не пропускает

пучок - фиг. 2. Если же волокна перпендикулярны направлению \vec{S}_i , то вертикальным колебаниям негде индуцироваться, поэтому дополнительного излучения не возникает, и падающая волна i проходит слой $i+1$ без искажений - фиг. 3. Вышеописанные случаи, иллюстрируемые фиг. 2 и фиг. 3 являются идеализированными, ибо из оговоренного выше условия расположения волокон в слоях поляризатора (слой i на фиг. 1) и анализатора (слой $i+1$ на фиг. 1) не следует, что угол φ между осью повторного поляризатора и направлением колебаний вектора \vec{S}_i равен либо 0° (фиг. 2), либо 90° (фиг. 3). В действительности, если ось повторного поляризатора (анализатора) (направление волокон слоя $i+1$) составляет угол φ с направлением вектора \vec{S}_i , то повторный поляризатор (анализатор) будет излучать колебания $\Delta \vec{S}_{i+1}$, - фиг. 4, фиг. 5. Поскольку $\Delta \vec{S}_{i+1}$, компенсирует составляющую \vec{S}_i в этом направлении, то результирующий вектор \vec{S}_{i+1} будет представлять собой составляющую вектора \vec{S}_i , параллельную оси, и, следовательно:

$$\vec{S}_{i+1} = \vec{S}_i \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

или, переходя к интенсивностям поперечной звуковой волны:

$$I_{i+1} = I_i \cdot \cos^2 \varphi, \text{ Вт/м}^2 \quad (6)$$

что полностью совпадает с известным выражением для поляризации световых волн из (Орир. Дж. физика: Пер. с англ. - М.: Мир, 1981. - с. 430. - т. 2). В выражении (6): I_{i+1} - интенсивность прошедшей через повторный поляризатор (анализатор) - слой $i+1$ - звуковой волны, Вт/м², I_i - интенсивность падающей на него первично поляризованной волны, Вт/м², φ - угол между осью повторного поляризатора (анализатора) (направлением волокон в слое $i+1$) и направлением колебаний вектора \vec{S}_i (плоскостью поляризации).

Это выражение (6) позволяет получить количественную оценку эффективности предлагаемого способа. Поскольку, как отмечалось выше, в реальности угол $\varphi \neq 0^\circ$, $I_{i+1} \neq 0$. Поэтому для увеличения эффективности предлагаемого способа количество слоев, различающихся между собой по ориентации волокон, может быть более 3. При этом за исключением первого слоя, служащего только для образования неполяризованных попе-

речных волн, второго слоя, служащего поляризатором, начиная с третьего слоя каждый из слоев будет являться поляризатором для последующего за ним слоя и анализатором для предшествующего ему слоя.

Предлагаемый способ обеспечивает рационализацию выбора физико - механических свойств материалов, используемых при изготовлении многослойных звукоизолирующих панелей и позволяет резко повысить их звукоизолирующую способность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ ослабления интенсивности звуковых волн, заключающийся в ослаблении интенсивности при их прохождении через многослойную твердую преграду, отличающийся тем, что продольную воздушную звуковую волну преобразуют в неполяризованную поперечную, пропуская ее через первый слой твердого материала, характеризующегося произвольным направлением волокон, затем поляризуют, пропуская ее через второй слой твердого материала - поляризатора, характеризующегося определенным направлением волокон, затем повторно поляризуют, пропуская ее через третий слой твердого материала - анализа-

тора, характеризующегося перпендикулярным направлением волокон по отношению к предыдущему слою.

2. Способ ослабления интенсивности звуковых волн по п. 1, отличающийся тем, что осуществляют многократную поляризацию за счет увеличения числа пар поляризатор-анализатор, т.е. за счет увеличения слоев твердого материала, различающихся между собой по ориентации волокон, причем общее количество слоев равно:

$$N = 1 + n$$

где n - число, кратное 2; $N \geq 3$.

